

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Takahiro KOBI**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **October 7, 2003**

Customer No.: 38834

For: **MISALIGNMENT AMOUNT DETECTION APPARATUS AND ALIGNMENT APPARATUS, AND ACCURACY ANALYSIS APPARATUS WITH THE ALIGNMENT APPARATUS**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

October 7, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

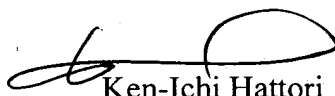
Japanese Appln. No. 2002-293453, filed on October 7, 2002.

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



Ken-Ichi Hattori
Reg. No. 32,861

Atty. Docket No.: 031737
Suite 700
1250 Connecticut Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
KH /yap

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年10月 7日
Date of Application:

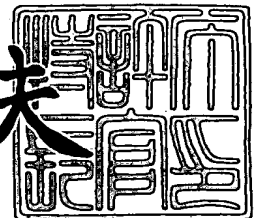
出願番号 特願2002-293453
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-293453]

出願人 株式会社森精機製作所
Applicant(s): インテリジェント マニファクチャリング システムズ
インターナショナル

2003年 9月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3074427

【書類名】 特許願

【整理番号】 MP0-M-0201

【提出日】 平成14年10月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 株式会社森精機
 製作所内

 【氏名】 小尾 孝宏

【特許出願人】

 【識別番号】 000146847

 【氏名又は名称】 株式会社森精機製作所

【特許出願人】

 【識別番号】 300035331

 【氏名又は名称】 インテリジェント マニユファクチャリング システム
 ズ インターナショナル

【代理人】

 【識別番号】 100104662

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 智司

 【電話番号】 (06)6373-5981

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 058654

 【納付金額】 21,000円

【その他】 米国カリフォルニア州の法律に基づく法人

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716846

【包括委任状番号】 0006369

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 心ずれ量検出装置及び心出し装置、並びにこの心出し装置を備えた精度解析装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 予め設定された回転中心軸回りに相対回転可能に設けられた第 1 及び第 2 の部材を備え、一方の部材にスケールが設けられ、他方の部材に読取器が設けられた回転角度位置検出器の前記回転中心軸と、該回転角度位置検出器が配設される回転テーブルの回転中心軸との間の位置ずれ量を検出する装置であって、

上面に前記回転角度位置検出器の第 1 の部材が固設された状態で、前記回転テーブル上に固定される第 1 の基台と、

下面に前記回転角度位置検出器の第 2 の部材が固設された状態で、該第 2 の部材及び前記第 1 の部材を介して前記第 1 の基台上にこれと相対回転可能に載置される第 2 の基台と、

前記回転テーブルの回転中心軸と直交する第 1 軸に沿って、前記第 2 の基台に対し相対移動自在に設けられた第 1 の移動体と、

前記第 2 の基台上に配設され、前記第 1 の移動体の前記第 1 軸に沿った移動を案内する第 1 の案内機構と、

前記第 2 の基台と第 1 の移動体との間の前記第 1 軸方向における相対的な位置関係を検出する第 1 の位置検出器と、

前記回転テーブルの回転中心軸と直交し且つ前記第 1 軸と交差する第 2 軸に沿って、前記第 1 の移動体に対し相対移動自在に設けられた第 2 の移動体と、

前記第 1 の移動体上に配設され、前記第 2 の移動体の前記第 2 軸に沿った移動を案内する第 2 の案内機構と、

前記第 1 の移動体と第 2 の移動体との間の前記第 2 軸方向における相対的な位置関係を検出する第 2 の位置検出器と、

少なくとも前記回転テーブルの回転中心軸と直交する平面内における前記第 2 の移動体の移動を制止する制止手段とを備えてなることを特徴とする心ずれ量検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の心ずれ量検出装置を備え、

更に、前記第 1 の基台を、前記第 1 軸及び第 2 軸に沿って移動可能に前記回転テーブル上に取り付ける取付手段と、

前記第 1 軸及び第 2 軸方向における前記第 1 の基台の位置を調整する位置調整手段とを備えてなることを特徴とする心出し装置。

【請求項 3】 前記位置調整手段が、

前記第 1 軸及び第 2 軸に沿った各方向に前記第 1 の基台を移動させる駆動機構と、

前記第 1 及び第 2 の位置検出器により検出された前記第 1 軸及び第 2 軸方向における検出位置を基に、前記駆動機構の作動を制御して前記第 1 の基台を前記各方向に移動させる制御部とを備えてなることを特徴とする請求項 2 記載の心出し装置。

【請求項 4】 回転テーブルと、該回転テーブルを回転させて所定の回転角度位置に割り出す回転駆動機構と、該回転駆動機構の作動を制御する制御装置とを備えた工作機械の、前記回転テーブルの回転精度を解析する装置であって、

前記請求項 2 又は 3 記載の心出し装置と、

前記制御装置から指令される回転角度位置と、前記回転角度位置検出器によって検出された前記回転テーブルの実回転角度位置とを基に、前記回転テーブルの回転精度を解析する回転精度解析手段とを備えてなることを特徴とする精度解析装置。

【請求項 5】 回転テーブルと、該回転テーブルを回転させて所定の回転角度位置に割り出す回転駆動機構と、前記回転駆動機構によって実行制御された回転角度位置を検出する回転角度位置検出器と、該回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置を基に、前記回転駆動機構をフィードバック制御する制御装置とを備えた工作機械の、前記回転テーブルの回転動作精度を解析する装置であって、

前記請求項 2 又は 3 記載の心出し装置と、

前記工作機械の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置と、前記心出し装置の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置とを基に、前

記回転テーブルの回転動作精度を解析する動作精度解析手段とを備えてなることを特徴とする精度解析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の回転中心軸回りに相対回転可能に設けられた第1及び第2の部材を備え、一方の部材にスケールが設けられ、他方の部材に読取器が設けられた回転角度位置検出器の前記回転中心軸と、該回転角度位置検出器が配設される回転テーブルの回転中心軸との間の位置ずれ量（心ずれ量）を検出する心ずれ量検出装置、及びこの心ずれ量検出装置を備え、回転角度位置検出器の回転中心軸と、回転テーブルの回転中心軸とを一致させる（心合わせする）心出し装置、並びに心出しされた回転角度位置検出器によって、回転テーブルの回転精度、回転動作精度といった精度を解析する精度解析装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

例えば、工作機械の分野では、適宜載置面を備え、この載置面と直交する軸回りに回転可能に設けられ、回転方向に所定の回転角（回転角度位置）で割り出し可能となった回転テーブルが使用されている。

【0003】

かかる回転テーブルの割り出し精度（回転精度）は加工精度に直接影響するため、製造時の他、使用に当り必要に応じて適宜測定されており、従来、この割り出し精度の測定にオートコリメータなどが使用されていた。

【0004】

しかしながら、このオートコリメータを用いた測定法は、これに用いる反射鏡の数に制限があり、一般に30度毎の割り出し精度しか測定することができず、測定精度の面で必ずしも十分なものとは言えなかった。

【0005】

そこで、現在、前記割り出し精度を、任意の回転角度毎に比較的簡易にしかも高精度に測定することができる検出器として、ロータリエンコーダが着目されて

いる。

【0006】

このロータリエンコーダには、光学式、磁気式、接触式、静電容量式など各種のものがあるが、その共通した構造として、予め設定された回転中心軸回りに相対回転可能に設けられた第1及び第2の2つの部材を有し、一方の部材にスケールが設けられるとともに、他方の部材に読取器が設けられた構造を備えており、例えば、第1の部材を回転テーブルに固定し、第2の部材を非回転にした状態で、前記読取器によってスケールの位置を検出することにより、前記2部材間の相対的な回転角度位置が検出され、回転テーブルの割り出し精度が測定される。

【0007】

ところで、前記スケールと読取器との相対的な位置関係は、前記2部材間の相対的な回転角度位置を検出する上で極めて重要であり、両者の位置関係が当初設定された状態からずれると、正確な回転角度位置を検出することができない。したがって、かかるロータリエンコーダを用いて前記回転テーブルの割り出し精度を測定するには、ロータリエンコーダを構成する前記2部材の回転中心軸と、回転テーブルの回転中心軸とを正確に一致させる必要がある。

【0008】

ところが、従来、ロータリエンコーダの回転中心軸と回転テーブルの回転中心軸とを簡単に心合わせすることが可能な装置がなく、このため、例えば、回転テーブル上のロータリエンコーダ外周面に接触式のインジケータを接触させた状態で回転テーブルを回転させて、ロータリエンコーダの回転中心軸と回転テーブルの回転中心軸との間の相対な変位を測定し、測定される変位がゼロとなるように、手作業によって回転テーブル上のロータリエンコーダの位置を調整するといった手法をとる他はなかった。

【0009】

しかしながら、このように手作業によってロータリエンコーダの回転中心軸と回転テーブルの回転中心軸とを心合わせしたのでは、当該作業が極めて煩雑で、しかも熟練を要し、非効率である。

【0010】

本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、ロータリエンコーダの回転中心軸と、検査対象たる回転テーブルの回転中心軸との間の位置ずれ量を容易に検出することができる心ずれ量検出装置、及び検出された心ずれ量を基に、ロータリエンコーダの回転中心軸と、回転テーブルの回転中心軸とを容易に心合わせすることができる心出し装置の提供を目的とし、また、心出しされたロータリエンコーダによって、回転テーブルの回転精度や回転動作精度を容易に解析することが可能な精度解析装置の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段及びその効果】

上記目的を達成するための本発明は、予め設定された回転中心軸回りに相対回転可能に設けられた第1及び第2の部材を備え、一方の部材にスケールが設けられ、他方の部材に読取器が設けられた回転角度位置検出器の前記回転中心軸と、該回転角度位置検出器が配設される回転テーブルの回転中心軸との間の位置ずれ量を検出する装置であって、

上面に前記回転角度位置検出器の第1の部材が固設された状態で、前記回転テーブル上に固定される第1の基台と、

下面に前記回転角度位置検出器の第2の部材が固設された状態で、該第2の部材及び前記第1の部材を介して前記第1の基台上にこれと相対回転可能に載置される第2の基台と、

前記回転テーブルの回転中心軸と直交する第1軸に沿って、前記第2の基台に対し相対移動自在に設けられた第1の移動体と、

前記第2の基台上に配設され、前記第1の移動体の前記第1軸に沿った移動を案内する第1の案内機構と、

前記第2の基台と第1の移動体との間の前記第1軸方向における相対的な位置関係を検出する第1の位置検出器と、

前記回転テーブルの回転中心軸と直交し且つ前記第1軸と交差する第2軸に沿って、前記第1の移動体に対し相対移動自在に設けられた第2の移動体と、

前記第1の移動体上に配設され、前記第2の移動体の前記第2軸に沿った移動を案内する第2の案内機構と、

前記第 1 の移動体と第 2 の移動体との間の前記第 2 軸方向における相対的な位置関係を検出する第 2 の位置検出器と、

少なくとも前記回転テーブルの回転中心軸と直交する平面内における前記第 2 の移動体の移動を制止する制止手段とを備えた心ずれ量検出装置に係る。

【0012】

前記第 1 の基台を回転テーブル上に載置して、当該回転テーブル上に固定した後、前記制止手段によって第 2 の移動体の移動を制止させた状態で、回転テーブルをその回転中心軸回りに回転させると、第 1 の基台及びこれに固設された回転角度位置検出器の第 1 の部材が回転テーブルとともにその回転中心軸回りに回転する一方、回転角度位置検出器の第 2 の部材、第 2 の基台、第 1 の移動体及び第 2 の移動体は、前記制止手段の制止作用によって非回転の状態に維持される。

【0013】

そして、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸とが心ずれしている場合には、第 1 の基台及び回転角度位置検出器の第 1 の部材と、第 2 の基台及び回転角度位置検出器の第 2 の部材とが、第 1 の部材と第 2 の部材との間で相対的な回転運動を生じつつ、回転テーブルの回転中心軸回りに旋回移動する。

【0014】

上記旋回移動が起こると、第 2 の基台に対し相対移動可能に設けられた第 1 の移動体が、第 1 の案内機構に案内されて、第 1 軸に沿った方向に相対移動するとともに、第 2 軸に沿って相対移動可能に設けられた第 1 の移動体と第 2 の移動体との間で第 2 軸に沿った相対的な変位が生じ、即ち、第 1 の移動体が第 2 の案内機構に案内されて第 2 軸に沿った方向に移動し、かかる第 1 の移動体の第 1 軸及び第 2 軸に沿った移動によって、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸との間の心ずれが吸収され、第 2 の移動体が制止した状態で、第 1 の基台、回転角度位置検出器及び第 2 の基台が回転テーブルの回転軸回りに旋回移動する。そして、第 1 の移動体が第 1 軸及び第 2 軸に沿って移動すると、その位置が第 1 の位置検出器及び第 2 の位置検出器によって検出される。

【0015】

この第1の移動体の第1軸及び第2軸に沿った移動は、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸との間の心ずれ量に応じたものであり、かかる第1の移動体の移動量から、第1軸及び第2軸に沿った方向における、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸との間の心ずれ量を算出することができる。即ち、回転テーブルを1回転させたときの、第1軸及び第2軸に沿った各方向における第1の移動体位置の最大値と最小値との差をとり、これを1/2することで、各方向における位置ずれ量（心ずれ量）が算出される。

【0016】

このように、本発明に係る心ずれ量検出装置によれば、これを回転テーブル上に載置して第1の基台を固定するとともに、制止手段によって第2の移動体を制止させた後、回転テーブルを回転させるといった簡単な作業を行うだけで、容易に、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸との間の心ずれ量を検出することができる。

【0017】

また、本発明は、上記心ずれ量検出装置を備え、更に、前記第1の基台を、前記第1軸及び第2軸に沿って移動可能に前記回転テーブル上に取り付ける取付手段と、前記第1軸及び第2軸方向における前記第1の基台の位置を調整する位置調整手段とを備えた心出し装置に係る。

【0018】

この心出し装置によれば、上記のようにして算出された回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸との間の心ずれ量を基に、位置調整手段によって第1の基台を、算出された心ずれ量を打ち消すように、第1軸及び第2軸に沿って移動させることで、正確に回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸とを心合わせすることができる。また、この心出し装置によれば、回転角度位置検出器を第1の基台を介して大まかに回転テーブル上に設置するだけで、両者の回転中心軸を容易に心合わせすることができる。

【0019】

尚、前記位置調整手段は、これを、前記第1軸及び第2軸に沿った各方向に前

記第 1 の基台を移動させる駆動機構と、前記第 1 及び第 2 の位置検出器により検出された前記第 1 軸及び第 2 軸方向における検出位置を基に、前記駆動機構の作動を制御して前記第 1 の基台を前記各方向に移動させる制御部とを備えた構成とすることができる。この位置調整手段によると、制御部により駆動制御される駆動機構によって、第 1 の基台を、前記算出心ずれ量を打ち消すように、自動的に第 1 軸及び第 2 軸に沿って移動させることができ、このようにすることで、回転テーブルの回転中心軸と回転角度位置検出器の回転中心軸とを、自動的に、しかも正確に心合わせすることができる。

【0020】

また、本発明は、回転テーブルと、該回転テーブルを回転させて所定の回転角度位置に割り出す回転駆動機構と、該回転駆動機構の作動を制御する制御装置とを備えた工作機械の、前記回転テーブルの回転精度を解析する装置であって、

前記心出し装置と、前記制御装置から指令される回転角度位置と、前記回転角度位置検出器によって検出された前記回転テーブルの実回転角度位置とを基に、前記回転テーブルの回転精度を解析する回転精度解析手段とを備えた精度解析装置に係る。

【0021】

この精度解析装置によれば、回転精度解析手段により、制御装置からの指令回転角度位置と、回転テーブル上に設置された回転角度位置検出器によって検出される回転テーブルの実回転角度位置とを基に、回転テーブルの回転精度（割り出し精度）が解析される、即ち、指令値に対する応答精度が解析される。本発明の心出し装置が、回転角度位置検出器の回転中心軸と、回転テーブルの回転中心軸とを正確に心合わせすることが可能である点については上述した通りである。したがって、本発明の精度解析装置によれば、当該回転テーブルの回転精度を高精度に解析することが可能である。

【0022】

また、本発明は、回転テーブルと、該回転テーブルを回転させて所定の回転角度位置に割り出す回転駆動機構と、前記回転駆動機構により実行制御された回転角度位置を検出する回転角度位置検出器と、該回転角度位置検出器によって検出

された回転角度位置を基に、前記回転駆動機構をフィードバック制御する制御装置とを備えた工作機械の、前記回転テーブルの回転動作精度を解析する装置であって、

前記心出し装置と、前記工作機械の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置と、前記心出し装置の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置とを基に、前記回転テーブルの回転動作精度を解析する動作精度解析手段とを備えた精度解析装置に係る。

【0023】

この精度解析装置によれば、動作精度解析手段により、工作機械の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置と、心出し装置の回転角度位置検出器によって検出された回転角度位置とを基に、回転テーブルの回転動作精度が解析される。

【0024】

前記回転駆動機構を構成する部材は完全な剛体ではなく、むしろ、通常、外力によって弾性変形を生じる部材から構成される。従って、回転テーブルを駆動する際に内部の駆動系に弾性変形を生じて、系に入力される値と系から出力される値とに差を生じることがある。また、前記回転駆動機構の互いにかみ合う歯間には、バックラッシュがある。さらに熱によって前記回転駆動機構が熱変形することにより、回転角度が変化する。これらを、所謂ロストモーションという。

【0025】

本発明に係る精度解析装置によれば、工作機械の回転角度位置検出器によって検出される実行制御後の回転角度位置（系への入力値）と、心出し装置の回転角度位置検出器によって検出される回転テーブルの実際の回転角度位置（系からの出力値）とを比較、解析するようにしており、これにより、回転テーブルの回転動作精度、即ち、上述したロストモーションなどの動作誤差を解析することができる。斯くして、このようにして解析された動作誤差量を基にこれに応じた補正を行うことで、当該回転テーブルの回転精度（割り出し精度）を高めることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施形態について添付図面に基づき説明する。尚、図 1 は、本発明の一実施形態に係る精度解析装置の概略構成を一部ブロック図で示した正面図であり、図 2 は、本実施形態に係る精度解析装置の概略構成を一部ブロック図で示した平面図である。

【0027】

図 1 及び図 2 に示すように、本例の精度解析装置 1 は、ロータリエンコーダ（回転角度位置検出器）35 を備え、工作機械 80 の回転テーブル 83 上に載置されて、前記ロータリエンコーダ 35 の回転中心軸と回転テーブル 83 の回転中心軸とを心合わせする心出し装置 2 と、前記回転テーブル 83 の回転精度（割り出し精度）及び回転動作精度を解析する解析装置 3 とを備えて構成される。

【0028】

尚、本例の工作機械 80 は、ベッド（図示せず）と、このベッド（図示せず）上に載置されたコラム（図示せず）と、コラム（図示せず）に支持され、Y 軸方向に移動可能となった主軸頭 81 と、主軸頭 81 によって軸中心に回転自在に支持される主軸 82 と、ベッド（図示せず）上に載置され、X 軸方向及び Z 軸方向に移動可能となった回転テーブル 83 と、回転テーブル 83 をその回転中心軸回りに回転させて所定の回転角度位置に割り出す回転駆動機構 86 と、回転駆動機構 86 によって実行制御される回転角度位置を検出するロータリエンコーダ（回転角度位置検出器）91 と、ロータリエンコーダ 91 からフィードバックされる回転角度位置に基づいて回転駆動機構 86 をフィードバック制御する制御装置 95 などから構成されている。

【0029】

また、回転テーブル 83 は、前記回転中心軸回りに回転可能に設けられた回転基台 84 と、この回転基台 84 上に載置、固定されて当該回転基台 84 とともに回転するパレット 85 とからなり、回転基台 84 が前記回転駆動機構 86 によって駆動される。回転駆動機構 86 は、回転基台 84 の回転軸（図示せず）に設けられたウォームホイール 87 と、ウォームホイール 87 と噛合するウォーム 89 と、ウォーム 89 を軸中心に回転させるサーボモータ 90 などからなり、前記ロ

ータリエンコーダ 91 はこのサーボモータ 90 に付設され、その回転角度位置を検出することにより、回転駆動機構 86 によって実行制御される回転テーブル 83 の回転角度位置を間接的に検出する。

【0030】

尚、ロータリエンコーダ 91 によって検出された回転角度位置は、前記解析装置 3 及び制御装置 95 の双方に送信されるようになっている。

【0031】

前記心出し装置 2 は、工作機械 80 のパレット 85 上に載置される第 1 の基台 10 と、パレット 85 上における第 1 の基台 10 の位置を調整する位置調整機構 20 と、前記第 1 の基台 10 の上面に配設されるロータリエンコーダ（回転角度位置検出器）35 と、ロータリエンコーダ 35 上に設けられた第 2 の基台 41 と、第 2 の基台 41 上に設けられ、回転テーブル 83 の回転中心軸と直交する X 軸（第 1 軸）に沿った方向の移動を案内する X 軸リニアガイド（第 1 の案内機構）42 と、X 軸リニアガイド 42 によって前記 X 軸に沿った方向に移動自在に支持される第 1 の移動体 43 と、第 1 の移動体 43 上に設けられ、回転テーブル 83 の回転中心軸及び X 軸と直交する Z 軸（第 2 軸）に沿った方向の移動を案内する Z 軸リニアガイド（第 2 の案内機構）44 と、Z 軸リニアガイド 44 によって前記 Z 軸に沿った方向に移動自在に支持される第 2 の移動体 45 と、第 2 の基台 41 と第 1 の移動体 43 との間の X 軸方向における相対的な位置関係を検出する X 軸位置検出器（第 1 の位置検出器）50 と、第 1 の移動体 43 と第 2 の移動体 45 との間の Z 軸方向における相対的な位置関係を検出する Z 軸位置検出器（第 2 の位置検出器）55 と、第 2 の移動体 45 の移動を制止する制止部材 11 とを備える。

【0032】

前記第 1 の基台 10 は、パレット 85 上に配設されたクランプ装置 12 によって当該パレット 85 上に固定される一方、アンクランプ状態では、前記 X 軸及び Z 軸方向に移動可能となっており、当該パレット 85 とともに回転テーブル 83 の回転中心軸回りに一体的に回転する。

【0033】

前記ロータリエンコーダ 35 は、所定の回転中心軸回りに相対回転可能に設けられた第 1 部材 36 と第 2 部材 37 とからなり、第 2 部材 37 にスケールが設けられ、第 1 部材 36 に読取器が設けられた構造を備えており、第 2 部材 37 が第 2 の基台 41 の下面に固設され、第 1 部材 36 が第 1 の基台 10 の上面に固設されている。

【0034】

斯くして、第 1 部材 36 に設けられた読取器によって第 2 部材 37 に設けられたスケールを読み取ることにより、第 1 部材 36 の第 2 部材 37 に対する相対的な回転角度位置が検出され、言い換えれば、第 1 部材 36 が固設される第 1 の基台 10（結果的には、第 1 の基台 10 が固設される回転テーブル 83）の回転角度位置が検出される。尚、第 1 部材 36 の読取器によって検出された回転角度位置は、前記解析装置 3 に送信される。

【0035】

前記 X 軸リニアガイド 42 は、第 2 の基台 41 の上面に固設された X 軸ガイドレール 42 a、及び第 1 の移動体 43 の下面に固設され、前記 X 軸ガイドレール 42 a と係合してこれに沿って移動自在となった X 軸スライダ 42 b からなり、前記 Z 軸リニアガイド 44 は、前記第 1 の移動体 43 の上面に固設された Z 軸ガイドレール 44 a、及び第 2 の移動体 45 の下面に固設され、前記 Z 軸ガイドレール 44 a と係合してこれに沿って移動自在となった Z 軸スライダ 44 b からなる。

【0036】

また、前記 X 軸位置検出器 50 は、第 2 の基台 41 の側面に前記 X 軸に沿って付設された X 軸スケール 51 と、X 軸スケール 51 と対向するように第 1 の移動体 43 の下面に設けられて、X 軸スケール 51 の目盛りを読み取る X 軸読取器 52 とからなり、Z 軸位置検出器 55 は、第 1 の移動体 43 の側面に前記 Z 軸に沿って付設された Z 軸スケール 56 と、Z 軸スケール 56 と対向するように第 2 の移動体 45 の下面に設けられ、Z 軸スケール 56 の目盛りを読み取る Z 軸読取器 57 とからなる。

【0037】

尚、X軸読取器52によって検出されたX軸方向における検出位置、Z軸読取器57によって検出されたZ軸方向における検出位置は、前記位置調整機構20の後述する制御装置30に送信される。

【0038】

前記制止部材11は、L字形状の部材からなり、一方端が前記第2の移動体45の上面に着脱可能に固着されるとともに、他方端が前記主軸82に装着可能に形成されており、前記一方端が前記第2の移動体45の上面に固着され、且つ前記他方端が主軸82に装着された状態で、第2の移動体45の三次元空間内における移動を制止する。

【0039】

前記位置調整機構20は、前記Z軸及びX軸に沿ってそれぞれ配設されたZ軸ボールねじ21及びX軸ボールねじ25と、第1の基台10上に固設され、且つZ軸ボールねじ21に螺合したZ軸ナット22と、X軸ボールねじ25に螺合したX軸ナット26と、このX軸ナット26が嵌挿される貫通穴29aを有し、前記第1の基台10上に固設されて、前記X軸ナット26をZ軸方向には移動可能に且つX軸方向には移動不可能となるように係合、支持する係合部材29と、各支持部材23、27を介してパレット85上にそれぞれ固設され、Z軸ボールねじ21及びX軸ボールねじ25を軸中心にそれぞれ回転させるZ軸駆動モータ24及びX軸駆動モータ28と、前記Z軸位置検出器55から受信したZ軸方向における検出位置、及びX軸位置検出器50から受信したX軸方向における検出位置を基に、Z軸駆動モータ24及びX軸駆動モータ28の作動を制御して、前記第1の基台10をZ軸方向及びX軸方向に移動させる制御装置30などからなる。

【0040】

尚、前記制御装置30は、前記クランプ装置12の作動をも制御するように構成されており、前記Z軸駆動モータ24、X軸駆動モータ28を駆動する前に、前記クランプ装置12をアンクランプさせて第1の基台10の固定を解除し、Z軸駆動モータ24、X軸駆動モータ28の駆動完了後に再度、クランプ装置12を駆動して第1の基台10をクランプするように、当該クランプ装置12の作動

を制御する。

【0041】

前記解析装置 3 は、前記心出し装置 2 により、そのロータリエンコーダ 35 の回転中心軸と回転テーブル 83 の回転中心軸との心合わせが行われた後、前記制御装置 95 によって駆動される回転テーブル 83 の回転精度及び回転動作精度を、前記ロータリエンコーダ 35 から受信した回転角度位置及び前記ロータリエンコーダ 91 から受信した回転角度位置を基に解析する処理を行う。

【0042】

具体的には、前記回転精度については、前記回転駆動機構 86 をフィードバック制御する制御装置 95 から、回転テーブル 83 の動作目標となる回転角度位置を受信し、前記回転駆動機構 86 によって駆動された回転テーブル 83 の実回転角度位置を前記ロータリエンコーダ 35 から受信して、両者の差分を算出することによって、当該回転テーブル 83 の回転精度を算出する。

【0043】

また、回転動作精度については、前記回転駆動機構 86 によって実行制御される回転テーブル 83 の回転角度位置を前記ロータリエンコーダ 91 から受信し、前記回転駆動機構 86 によって駆動された回転テーブル 83 の実回転角度位置を前記ロータリエンコーダ 35 から受信して、両者の差分を算出することによって、当該回転テーブル 83 の回転動作精度を算出する。

【0044】

以上のように構成された本例の精度解析装置 1 によれば、以下に説明するようにして、心出し装置 2 により、回転テーブル 83 の回転中心軸とロータリエンコーダ 30 の回転中心軸との心出し（心合わせ）が行われた後、回転テーブル 83 の回転精度及び回転動作精度が解析装置 3 によって解析される。

【0045】

まず、心出し装置 2 の構成物の内、第 1 の基台 10、ロータリエンコーダ 35、第 2 の基台 41、X 軸リニアガイド 42、第 1 の移動体 43、Z 軸リニアガイド 44、第 2 の移動体 45、X 軸位置検出器 50 及び Z 軸位置検出器 55 からなる構造体をパレット 85 上に載置した後、位置調整機構 20 及びクランプ装置 1

2を適宜パレット85上に設置して、クランプ装置12によって第1の基台10をパレット85上にクランプする。尚、前記構造体をパレット85上に載置する際には、ロータリエンコーダ35の回転中心軸とパレット85の回転中心軸とが大まかに一致するように、目視によってこれを確認しながら前記構造体をパレット85上に載置する。

【0046】

次に、制止部材11の前記一方端を主軸82に装着した後、回転テーブル83及び主軸頭81をそれぞれ駆動して、制止部材11の前記他方端を第2の移動体45の上面に固着する。これにより、第2の移動体45は三次元空間内における移動が制止される。

【0047】

ついで、制御装置95により回転駆動機構86を駆動して、回転テーブル83をその回転中心軸回りに少なくとも360°回転させると、回転テーブル83の回転中心軸とロータリエンコーダ35の回転中心軸とが心ずれしている場合には(殆どの場合が心ずれしている)、第1の基台10及びロータリエンコーダ35の第1部材36と、第2の基台41及びロータリエンコーダ35の第2部材37とが、第1部材36と第2部材37との間で相対的な回転運動を生じつつ、回転テーブル83の回転中心軸回りに旋回移動する。

【0048】

そして、この旋回移動が起こると、第2の基台41に対し相対移動可能に設けられた第1の移動体43が、X軸リニアガイド42に案内されて、X軸に沿った方向に相対移動するとともに、Z軸に沿って相対移動可能に設けられた第1の移動体43と第2の移動体45との間でZ軸に沿った相対的な変位が生じ、即ち、第1の移動体43がZ軸リニアガイド44に案内されてZ軸に沿った方向に移動し、かかる第1の移動体43のX軸及びZ軸に沿った移動によって、回転テーブル83の回転中心軸とロータリエンコーダ35の回転中心軸との間の心ずれが吸収され、第2の移動体45が制止した状態で、第1の基台10、ロータリエンコーダ35の第1部材36が回転テーブル83の回転軸回りに旋回移動する。

【0049】

尚、このときの状態を図3に示す。図中、符号Aは、ロータリエンコーダ35の回転中心軸を示し、符号Bは、回転テーブル83の回転中心軸を示す。また、(a)は、回転テーブル83が反時計回りに 90° 回転せしめられたときの、(b)は、同じく回転テーブル83が反時計回りに 180° 回転せしめられたときの、(c)は、同じく回転テーブル83が反時計回りに 270° 回転せしめられたときの、(d)は、同じく回転テーブル83が反時計回りに 360° 回転せしめられたときの、第1の基台41、第1の移動体43及び第2の移動体45の位置関係をそれぞれ示している。

【0050】

図3(d)に示するように、ロータリエンコーダ35の回転中心軸と回転テーブル83の回転中心軸との間の心ずれ量を ΔX とすると、ロータリエンコーダ35の回転中心軸は、回転テーブル83の回転中心軸を中心として半径 ΔX の軌跡を描くように旋回移動せしめられ、X軸方向及びZ軸方向における第1の移動体43の移動量は、それぞれ $2 \cdot \Delta X$ となる。

【0051】

第1の移動体43のX軸及びZ軸における位置は、X軸位置検出器50及びZ軸位置検出器55によってそれぞれ検出されており、X軸位置検出器50及びZ軸位置検出器55によって検出された位置データがそれぞれ制御装置30に送信されている。

【0052】

制御装置30は、回転テーブル83が回転駆動される間、第1の移動体43のX軸及びZ軸における位置を前記X軸位置検出器50及びZ軸位置検出器55からそれぞれ受信し、回転テーブル83を1回転させたときの、第1の移動体43のX軸及びZ軸における位置の最大値と最小値との差をとって各軸における移動量を算出し、これを $1/2$ することで、ロータリエンコーダ35の回転中心軸と回転テーブル83の回転中心軸との間の心ずれ量を算出する。

【0053】

ついで、制御装置30は、クランプ装置12による第1の基台10のクランプを解除した後、X軸駆動モータ28及びZ軸駆動モータ24をX軸位置検出器5

0 及び Z 軸位置検出器 55 から受信される位置データを基にそれぞれフィードバック制御して、前記算出した心ずれ量を打ち消すように、前記第 1 の基台 10 を Z 軸方向及び X 軸方向に移動させる。そして、移動完了後、前記クランプ装置 12 によって再度第 1 の基台 10 をクランプする。

【0054】

以上により、ロータリエンコーダ 35 の回転中心軸と回転テーブル 83 の回転中心軸とが正確に心出しされる。

【0055】

次に、制御装置 95 による制御の下、前記回転駆動機構 86 により回転テーブル 83 を回転駆動して任意の回転角度位置に割り出す。その際、回転テーブル 83 を回転させてこれを割り出す回転角度位置（動作目標角度位置）が制御装置 95 から解析装置 3 に送信されるとともに、前記ロータリエンコーダ 35 及びロータリエンコーダ 91 によって検出された回転角度位置が当該ロータリエンコーダ 35 及びロータリエンコーダ 91 から解析装置 3 にそれぞれ送信され、当該解析装置 3 によって回転テーブル 83 の回転精度及び回転動作精度が解析される。

【0056】

ロータリエンコーダ 35 によって検出される回転角度位置は、回転テーブル 83 の実回転角度位置であり、まず、解析装置 3 は、制御装置 95 から受信した前記動作目標角度位置とロータリエンコーダ 35 から受信した回転テーブル 83 の実回転角度位置との差分を算出することによって、当該回転テーブル 83 の回転誤差、即ち、回転精度を算出する。

【0057】

次に、解析装置 3 は、ロータリエンコーダ 91 から受信した回転角度位置、即ち、前記回転駆動機構 86 によって実行制御される回転テーブル 83 の回転角度位置と、ロータリエンコーダ 35 から受信した回転テーブル 83 の実回転角度位置との差分を算出することによって、当該回転テーブル 83 の回転動作精度を算出する。

【0058】

前記回転駆動機構 86 を構成するウォームホイール 87、ウォーム 89 や回転

テーブル 83 の回転基台 84 は完全な剛体ではなく、むしろ、通常、外力によって弾性変形を生じる。従って、これらを駆動する際に弾性変形を生じて、制御装置 95 によってフィードバック制御される回転駆動位置（回転駆動機構 86 に入力される回転駆動位置）と回転テーブル 83（実質的にはパレット 85）の実回転角度位置（回転駆動機構 86 から出力される回転駆動位置）とに差を生じることがある。また、前記回転駆動機構の互いにかみ合う歯間には、バックラッシがある。さらに熱によって前記回転駆動機構が熱変形することにより、回転角度が変化する。これらを、所謂ロストモーションという。解析装置 3 は、上記のようにして、ロータリエンコーダ 91 から受信した回転角度位置と、ロータリエンコーダ 35 から受信した回転テーブル 83 の実回転角度位置との差分を算出することにより、上記ロストモーション量（回転動作精度）を算出する。

【0059】

以上詳述したように、本例の精度解析装置 1 によれば、回転テーブル 83 の回転精度や回転動作精度を解析するためのロータリエンコーダ 35 を含む心出し装置 2 を回転テーブル 83 のパレット 85 上に載置してその第 1 の基台 10 を固定するとともに、制止部材 11 によって第 2 の移動体 45 を制止させた後、回転テーブル 83 を回転させるといった簡単な作業を行うだけで、容易に、回転テーブル 83 の回転中心軸とロータリエンコーダ 35 の回転中心軸との間の心ずれ量を検出することができ、検出された心ずれ量を基に、位置調整機構 20 によって第 1 の基台 10 を、算出された心ずれ量を打ち消すように、X 軸及び Z 軸に沿って移動させることで、正確に回転テーブル 83 の回転中心軸とロータリエンコーダ 35 の回転中心軸とを心合わせすることができる。

【0060】

そして、このようにして、ロータリエンコーダ 35 を回転テーブル 83 に対して正確に位置合わせすることで、上述した回転精度や回転動作精度を精度良く解析することが可能となる。また、ロストモーション量を算出するで、これに応じた補正を行うことが可能となり、当該回転テーブル 83 の回転精度（割り出し精度）の向上を図ることができる。

【0061】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る具体的な態様は、何らこれに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る精度解析装置の概略構成を一部ブロック図で示した正面図である。

【図 2】

本実施形態に係る精度解析装置の概略構成を一部ブロック図で示した平面図である。

【図 3】

回転テーブルの回転に伴って変化する心出し装置の状態を説明するための説明図である。

【符号の説明】

- 1 精度解析装置
- 2 心出し装置
- 3 解析装置
- 10 第1の基台
- 11 制止部材
- 20 位置調整機構
- 35 ロータリエンコーダ
- 36 第1部材
- 37 第2部材
- 41 第2の基台
- 42 X軸リニアガイド
- 43 第1の移動体
- 44 Z軸リニアガイド
- 45 第2の移動体
- 50 X軸位置検出器
- 55 Z軸位置検出器

8 3 回転テーブル

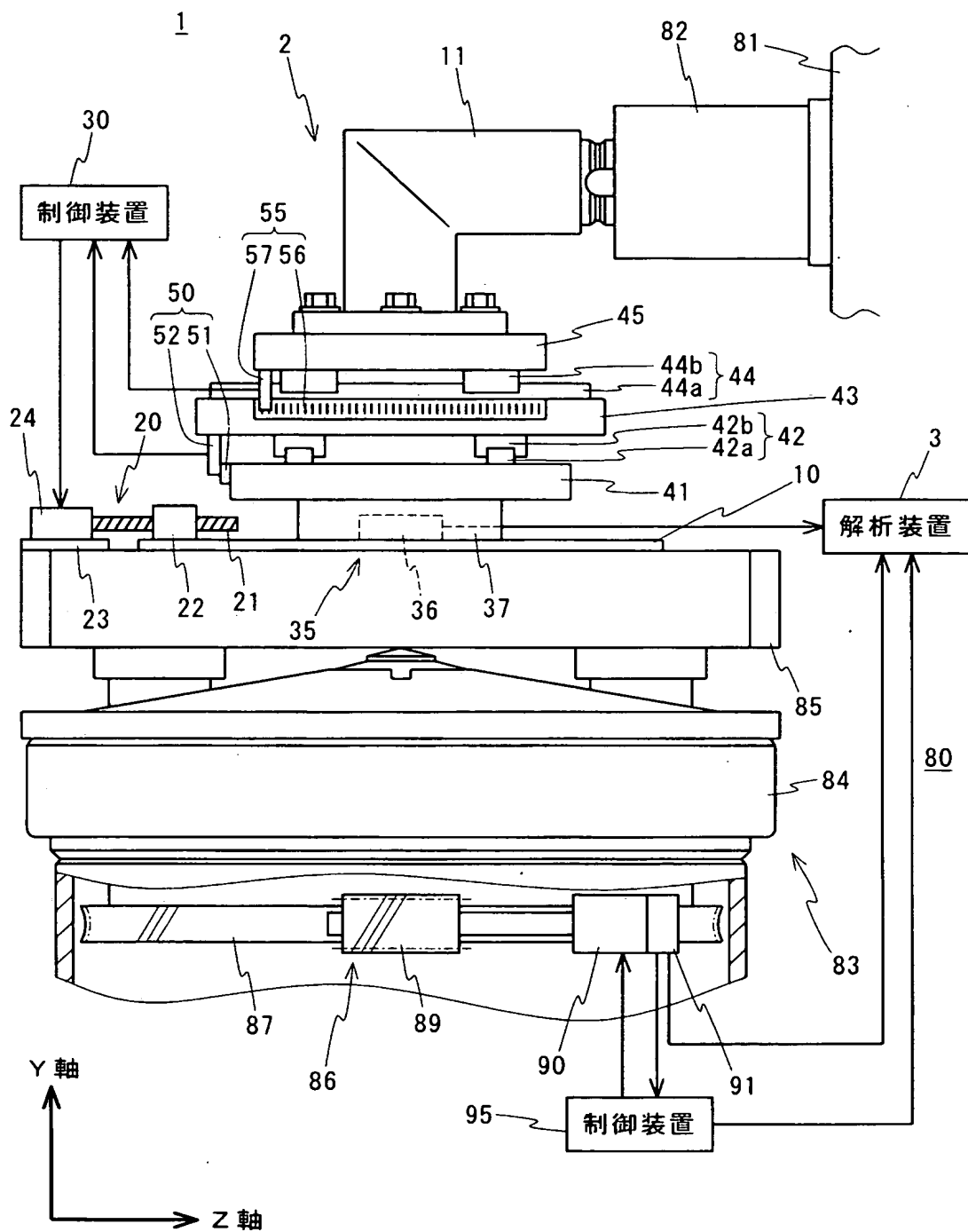
8 6 回転駆動機構

9 1 ロータリエンコーダ

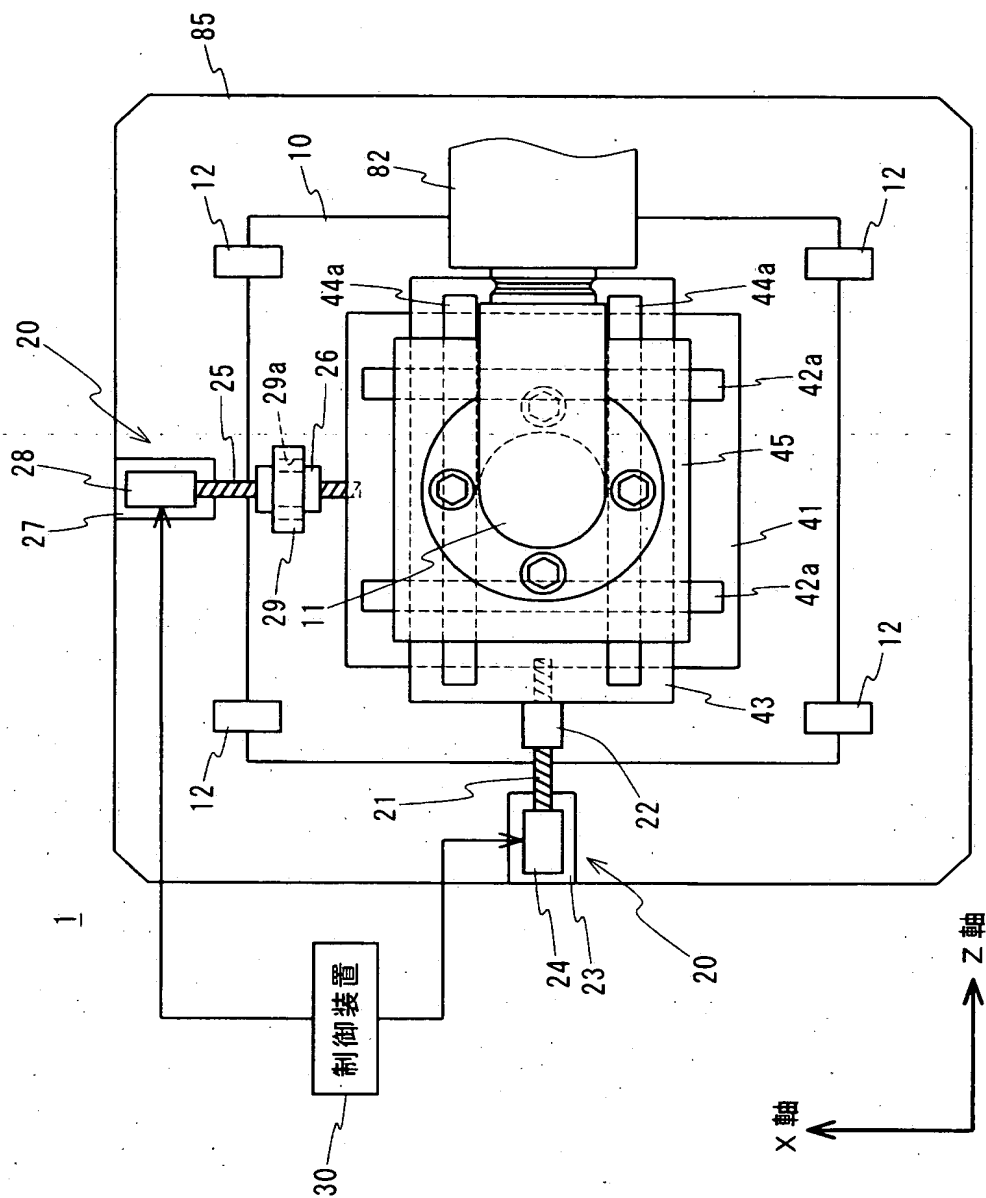
【書類名】

図面

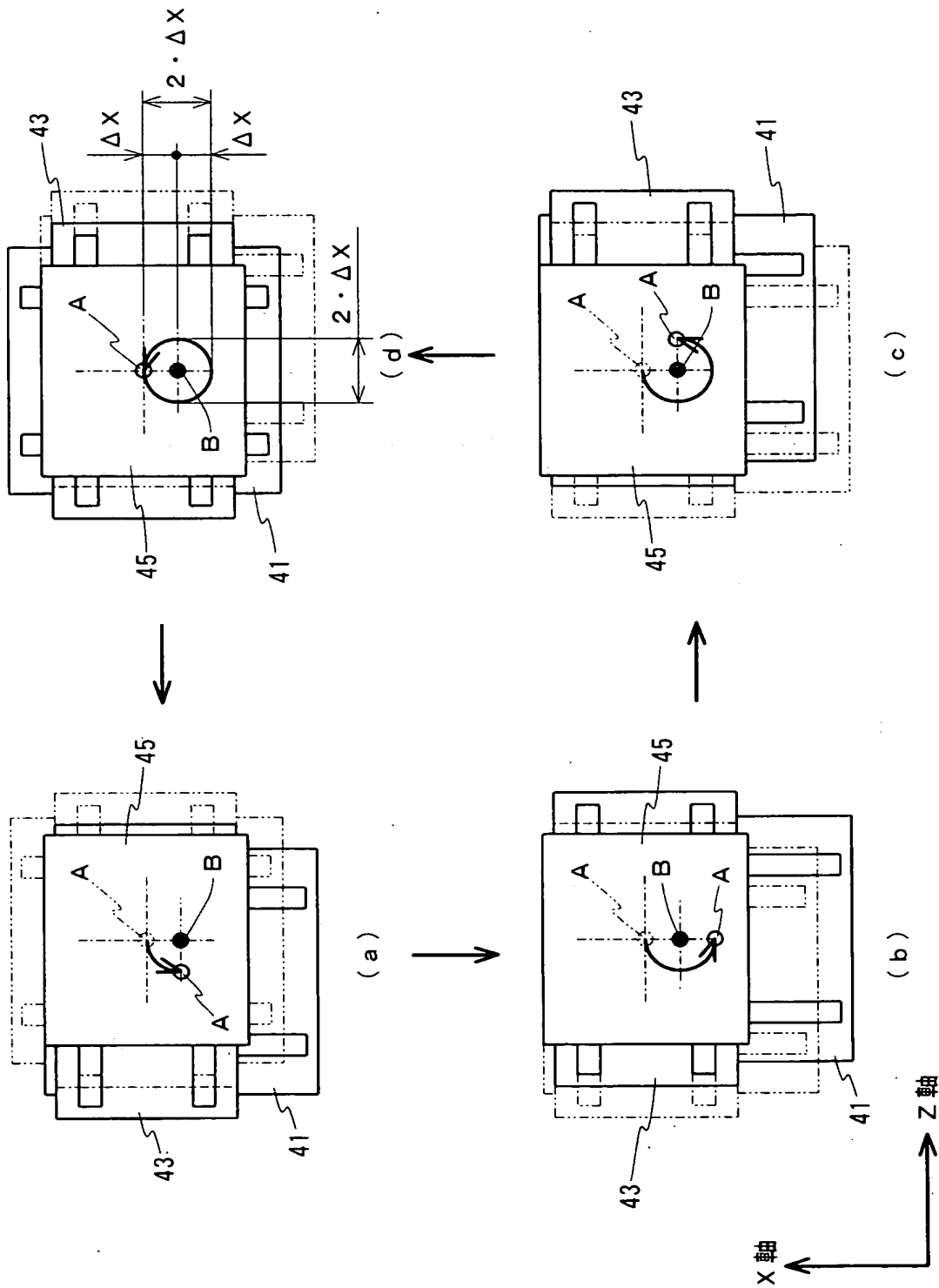
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 容易且つ短時間で心ずれ量を検出することができる心ずれ量検出装置などを提供する。

【解決手段】 心出し装置 2 は、一方にスケールが設けられ、他方に読取器が設けられた、相対的回転可能な第 1 及び第 2 の部材 3 6, 3 7 からなる回転角度位置検出器 3 5 を備える。第 1 の部材 3 6 は回転テーブル 8 3 上の第 1 の基台 1 0 上に固設され、第 2 の部材 3 7 は第 2 の基台 4 1 の下面に固設される。第 2 の基台 4 1 上には、第 1 の移動体 4 3 が第 1 軸に沿って移動自在に配設され、第 1 の移動体 4 3 上には、第 2 の移動体 4 5 が第 2 軸に沿って移動自在に配設される。第 2 の移動体 4 5 が制止された状態で回転テーブル 8 3 が回転すると、第 1 の移動体 4 3 が第 1 軸及び第 2 軸に沿って移動し、かかる移動位置が第 1 の位置検出器 5 0 及び第 2 の位置検出器 5 5 によって検出され、検出位置から回転テーブル 8 3 と回転角度位置検出器 3 5 との心ずれ量が算出される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 3 4 5 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 1 4 6 8 4 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地

氏 名

株式会社森精機製作所

2. 変更年月日

1 9 9 8 年 1 0 月 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地

氏 名

株式会社森精機製作所

特願 2002-293453

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[300035331]

1. 変更年月日

2000年 4月21日

[変更理由]

新規登録

住 所

米国 カリフォルニア州 95814 サクラメント セブン
スストリート 1500番地 7号の0

氏 名

インテリジェント マニユファクチャリング システムズ イ
ンターナショナル

